

# OUTPUT CHARACTERISTIC ESTIMATION DEVICE AND OUTPUT CHARACTERISTIC ESTIMATION METHOD FOR FUEL CELL, FUEL CELL SYSTEM, VEHICLE FOR LOADING IT, FUEL CELL OUTPUT CONTROL METHOD AND STORAGE MEDIUM

Patent number: JP2002231295  
 Publication date: 2002-08-16  
 Inventor: SUGIURA HIROSHI; ISHIKAWA TETSUHIRO;  
 WATANABE NOBUO; MANABE KOUTA  
 Applicant: TOYOTA MOTOR CORP  
 Classification:  
 - international: H01M8/04; B60L11/18; H01M8/00  
 - european:  
 Application number: JP20010278724 20010913  
 Priority number(s):

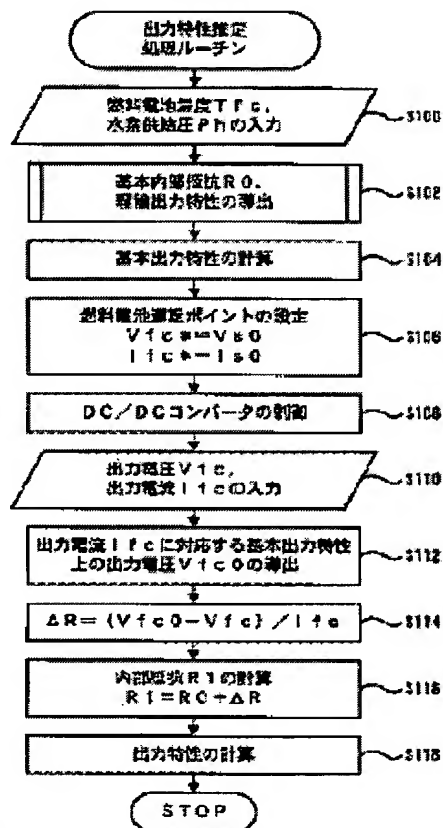
Also published as:

EP1209023 (A2)  
 US2002064697 (A1)  
 JP2002231295 (A)

## Abstract of JP2002231295

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To further correctly estimate the output characteristic of a fuel cell changed by long-time usage.

**SOLUTION:** Basic internal resistance  $R_0$  is calculated from hydrogen feeding pressure  $P_h$  to the fuel cell, a theoretical output characteristic is calculated from the hydrogen feeding pressure  $P_h$  (S102), and basic output characteristic ( $V_1$ ,  $I$ ) of the fuel cell is calculated from the relationship of  $V_1 = V_0 - R_0 \cdot I$  (S104). The fuel cell is operated by using the basic output characteristics (S106, S108), and the basic internal resistance  $R_0$  is calculated from an output voltage  $V_{fc}$  on the basic output characteristic to the actual output current  $I_{fc}$  of the fuel cell and the actual output voltage  $V_{fc}$  of the fuel cell (S110-S114). The internal resistance  $R_1$  of the fuel cell is calculated (S116), and the output characteristic ( $V_2$ ,  $I$ ) is calculated from the relationship of  $V_2 = V_0 - R_1 \cdot I$  (S118). Since the output characteristics are estimated by using the basic output characteristics and the actual output current  $I_{fc}$  and output voltage  $V_{fc}$  of the fuel cell, relatively proper characteristics can be provided.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-231295

(P 2002-231295A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002. 8. 16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M 8/04	Z 5H027
B 6 0 L	11/18	B 6 0 L 11/18	P 5H115
H 0 1 M	8/00	H 0 1 M 8/00	G
			Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 4 O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願2001-278724 (P2001-278724)  
(22) 出願日 平成13年9月13日 (2001. 9. 13)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-361076 (P2000-361076)  
(32) 優先日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(72) 発明者 杉浦 浩  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 石川 哲浩  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(74) 代理人 100075258  
弁理士 吉田 研二 (外2名)

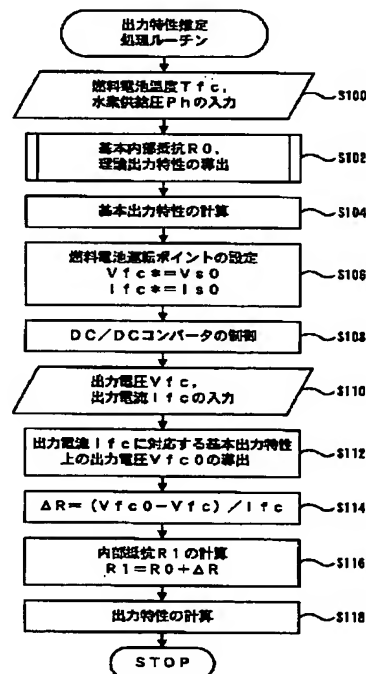
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池の出力特性推定装置および出力特性推定方法、燃料電池システムおよびこれを搭載する車両、燃料電池出力制御方法並びに記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 経年使用により変化する燃料電池の出力特性をより正確に推定する。

【解決手段】 燃料電池への水素供給圧  $P_h$  から基本内部抵抗  $R_0$  を導出すると共に水素供給圧  $P_h$  から理論出力特性を導出し (S102)、燃料電池の基本出力特性 ( $V_1, I$ ) を  $V_1 = V_0 - R_0 \cdot I$  の関係から計算する (S104)。この基本出力特性を用いて燃料電池を運転し (S106, S108)、実際の燃料電池の出力電流  $I_{fc}$  に対する基本出力特性上の出力電圧  $V_{fc0}$  と実際の燃料電池の出力電圧  $V_{fc}$  とから基本内部抵抗  $R_0$  を計算する (S110~S114)。そして、燃料電池の内部抵抗  $R_1$  を計算し (S116)、燃料電池の出力特性 ( $V_2, I$ ) を  $V_2 = V_0 - R_1 \cdot I$  の関係から計算する (S118)。基本出力特性と実際の燃料電池の出力電流  $I_{fc}$  および出力電圧  $V_{fc}$  とを用いて出力特性を推定するから、より適正なものとすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池の出力特性を推定する出力特性推定装置であって、前記燃料電池の出力電流と該燃料電池の端子間電圧とを検出する電流電圧検出手段と、該検出された出力電流と端子間電圧と前記燃料電池の基本出力特性とに基づいて前記燃料電池の出力特性を推定する出力特性推定手段とを備える燃料電池の出力特性推定装置。

【請求項 2】 前記出力特性推定手段は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に基づいて前記基本出力特性を導出する基本出力特性導出手段を備える請求項 1 記載の燃料電池の出力特性推定装置。

【請求項 3】 前記基本出力特性導出手段は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記燃料電池の温度に対応する該燃料電池の内部抵抗とを用いて前記基本出力特性を導出する手段である請求項 2 記載の燃料電池の出力特性推定装置。

【請求項 4】 前記出力特性推定手段は、前記検出された出力電流と端子間電圧と前記基本出力特性とに基づいて前記燃料電池の内部抵抗を推定し、該推定した内部抵抗を用いて前記燃料電池の出力特性を推定する手段である請求項 1 ないし 3 いずれか記載の燃料電池の出力特性推定装置。

【請求項 5】 前記出力特性推定手段は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記推定した内部抵抗とを用いて該燃料電池の出力特性を推定する手段である請求項 3 に係る請求項 4 記載の燃料電池の出力特性推定装置。

【請求項 6】 燃料電池を有する燃料電池システムであって、請求項 1 ないし 5 いずれか記載の燃料電池の出力特性推定装置と、該出力特性推定装置により推定された前記燃料電池の出力特性を用いて該燃料電池の目標出力を設定する目標出力設定手段と、該設定された目標出力が前記燃料電池から出力されるよう該燃料電池の出力を調整する出力調整手段とを備える燃料電池システム。

【請求項 7】 請求項 6 記載の燃料電池システムであって、電力のやり取りが可能な電力受給手段を備え、前記目標出力設定手段は、システムへの要求出力に基づいて前記目標出力を設定する手段であり、前記出力調整手段は、前記目標出力設定手段により設定された目標出力では前記システムへの要求出力に過不足が生じるときには該過不足を前記電力受給手段の電力受給により調整する手段である燃料電池システム。

【請求項 8】 前記出力調整手段は、前記電力受給手段の端子に接続され該電力受給手段の端子間電圧を変圧して前記燃料電池の出力端子に接続する変圧手段を備える請求項 7 記載の燃料電池システム。

【請求項 9】 前記出力調整手段は、前記燃料電池の端子間電圧が前記目標出力に相当する電圧となるよう調整する手段である請求項 6 ないし 8 いずれか記載の燃料電池システム。

【請求項 10】 請求項 6 ないし 9 いずれか記載の燃料電池システムを搭載する車両。

【請求項 11】 燃料電池の出力特性を推定する出力特性推定方法であって、(a) 前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に基づいて前記燃料電池の基本出力特性を推定し、(b) 該推定した基本出力特性と前記燃料電池の出力電流と該燃料電池の端子間電圧とに基づいて前記燃料電池の出力特性を推定する燃料電池の出力特性推定方法。

【請求項 12】 前記ステップ (a) は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記燃料電池の温度に対応する該燃料電池の内部抵抗とを用いて前記基本出力特性を推定するステップである請求項 11 記載の燃料電池の出力特性推定方法。

【請求項 13】 前記ステップ (b) は、前記出力電流と前記端子間電圧と前記基本出力特性とに基づいて前記燃料電池の内部抵抗を推定し、該推定した内部抵抗を用いて該燃料電池の出力特性を推定するステップである請求項 11 または 12 記載の燃料電池の出力特性推定方法。

【請求項 14】 前記ステップ (b) は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記推定した内部抵抗とを用いて該燃料電池の出力特性を推定するステップである請求項 13 記載の燃料電池の出力特性推定方法。

【請求項 15】 燃料電池の出力を制御する燃料電池出力制御方法であって、(c) 請求項 11 ないし 14 いずれか記載の燃料電池の出力特性推定方法により推定された前記燃料電池の出力特性を用いて前記燃料電池の目標出力を設定し、(d) 該設定された目標出力が前記燃料電池から出力されるよう該燃料電池の出力を制御する燃料電池出力制御方法。

【請求項 16】 請求項 15 記載の燃料電池出力制御方法であって、

前記ステップ (c) は、前記燃料電池と電力のやり取りが可能な電力受給手段とを含む燃料電池システムへの要求出力に基づいて前記目標出力を設定するステップであり、

前記ステップ (d) は、前記設定された目標出力では前記燃料電池システムへの要求出力に過不足が生じるときには該過不足を前記電力受給手段の電力受給により調整

するステップである燃料電池出力制御方法。

【請求項 17】 前記ステップ (d) は、前記燃料電池の端子間電圧が前記目標出力に相当する電圧となるよう該燃料電池の出力端子に接続される前記電力受給手段の端子間電圧を変圧するステップである請求項 16 記載の燃料電池出力制御方法。

【請求項 18】 コンピュータを、  
燃料電池への燃料供給圧および／または燃料電池の温度に基づいて該燃料電池の基本出力特性を演算する基本特性演算手段と、

該推定した基本出力特性と前記燃料電池の出力電流と該燃料電池の端子間電圧とに基づいて前記燃料電池の出力特性を演算する出力特性演算手段とを備える燃料電池の出力特性演算装置として機能させるコンピュータ読みとり可能なプログラムを記憶した記憶媒体。

【請求項 19】 前記プログラムは、前記基本特性演算手段が前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記燃料電池の温度に対応する該燃料電池の内部抵抗とを用いて前記基本出力特性を演算する手段として機能するようプログラムされてなる請求項 18 記載の記憶媒体。

【請求項 20】 前記プログラムは、前記出力特性演算手段が前記出力電流と前記端子間電圧と前記基本出力特性とに基づいて前記燃料電池の内部抵抗を推定すると共に該推定した内部抵抗を用いて該燃料電池の出力特性を演算する手段として機能するようプログラムされてなる請求項 18 または 19 記載の記憶媒体。

【請求項 21】 前記プログラムは、前記出力特性演算手段が前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記推定した内部抵抗とを用いて該燃料電池の出力特性を演算する手段として機能するようプログラムされてなる請求項 20 記載の記憶媒体。

【請求項 22】 コンピュータを、  
請求項 18 ないし 21 いずれか記載の基本特性演算手段と、

請求項 18 ないし 21 いずれか記載の出力特性演算手段と、

該演算された前記燃料電池の出力特性を用いて前記燃料電池の目標出力を設定する目標出力設定手段と、

該設定された目標出力が前記燃料電池から出力されるよう該燃料電池の出力を制御する出力制御手段とを備える燃料電池システムの制御装置として機能させるコンピュータ読みとり可能なプログラムを記憶した記憶媒体。

【請求項 23】 前記プログラムは、  
前記目標出力設定手段が、前記燃料電池と電力のやり取りが可能な電力受給手段とを含む燃料電池システムへの要求出力に基づいて前記目標出力を設定する手段として機能し、

前記出力制御手段が、前記設定された目標出力では前記

燃料電池システムへの要求出力に過不足が生じるときには該過不足を前記電力受給手段の電力受給により調整する手段として機能するようプログラムされてなる請求項 22 記載の記憶媒体。

【請求項 24】 前記プログラムは、前記出力制御手段が、前記燃料電池の端子間電圧を前記目標出力に相当する電圧にするよう該燃料電池の出力端子に接続される前記電力受給手段の端子間電圧を変圧する手段として機能するようプログラムされてなる請求項 23 記載の記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池の出力特性推定装置および出力特性推定方法、燃料電池システムおよびこれを搭載する車両、燃料電池出力制御方法並びに記憶媒体に関し、詳しくは、燃料電池の出力特性を推定する出力特性推定装置および出力特性推定方法、燃料電池を有する燃料電池システムおよびこれを搭載する車両、燃料電池の出力を制御する燃料電池出力制御方法並びにコンピュータを燃料電池の出力特性演算装置や燃料電池システムの制御装置として機能させるコンピュータ読みとり可能なプログラムを記憶した記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の燃料電池システムとしては、燃料電池の出力の過不足を商用電源や他の発電源を整流して得られる電力により賄うものが提案されている（例えば、特開平 3-80316 号公報など）。このシステムでは、負荷の消費電力が燃料電池の供給可能な電力範囲内のときには負荷の消費電力のすべてを燃料電池による発電で賄い、負荷の消費電力が燃料電池の供給可能な電力範囲を超えときには超える分だけ商用電源や他の発電源を整流して得られる直流電力により賄うことにより燃料電池を有効に利用するものとしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうした燃料電池システムでは、燃料電池の経年使用によりその出力特性が変化したときには、負荷の消費電力が燃料電池の供給可能な電力範囲と判定されても、負荷の消費電力のすべてを賄うことができない場合が生じる。また、燃料電池は、その出力特性により運転ポイントが異なるとエネルギー効率も異なるものとなり、システム全体のエネルギー効率を考慮すれば、燃料電池の出力特性を考慮する必要がある。

【0004】本発明の燃料電池の出力特性推定装置および出力特性推定方法は、経年使用により変化する燃料電池の出力特性をより正確に推定することを目的とする。また、本発明の燃料電池システムおよび燃料電池出力制御方法は、燃料電池をより適正に運転して全体としてのエネルギー効率を向上させることを目的とする。本発明の

って燃料電池への燃料供給圧および／または燃料電池の温度に対応する出力特性と燃料電池の温度に対応する燃料電池の内部抵抗とを用いて基本出力特性を導出する態様の本発明の燃料電池の出力特性推定装置において、前記出力特性推定手段は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記推定した内部抵抗とを用いて該燃料電池の出力特性を推定する手段であるものとすることもできる。

【００１１】本発明の燃料電池システムは、燃料電池を有する燃料電池システムであって、各態様のいずれかの本発明の燃料電池の出力特性推定装置と、該出力特性推定装置により推定された前記燃料電池の出力特性を用いて該燃料電池の目標出力を設定する目標出力設定手段と、該設定された目標出力が前記燃料電池から出力されるよう該燃料電池の出力を調整する出力調整手段とを備えることを要旨とする。

【0012】この本発明の燃料電池システムでは、より適正な燃料電池の出力特性を用いて燃料電池からの出力を調整するから、燃料電池を効率よく運転することができる。この結果、システム全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0013】こうした本発明の燃料電池システムにおいて、電力のやり取りが可能な電力受給手段を備え、前記目標出力設定手段はシステムへの要求出力に基づいて前記目標出力を設定する手段であり、前記出力調整手段は前記目標出力設定手段により設定された目標出力では前記システムへの要求出力に過不足が生じるときには該過不足を前記電力受給手段の電力受給により調整する手段であるものとすることもできる。こうすれば、燃料電池を効率よく運転しながらシステムへの要求出力に見合う出力をシステムから出力することができる。この態様の本発明の燃料電池システムにおいて、前記出力調整手段は、前記電力受給手段の端子に接続され該電力受給手段の端子間電圧を変圧して前記燃料電池の出力端子に接続する変圧手段を備えるものとすることもできる。

【0014】また、本発明の燃料電池システムにおいて、前記出力調整手段は、前記燃料電池の端子間電圧が前記目標出力に相当する電圧となるよう調整する手段であるものとすることもできる。より適正な燃料電池の出力特性を用いているから、燃料電池の端子間電圧を目標出力に相当する電圧に調整することにより燃料電池から目標出力を出力させることができる。

【0015】本発明の車両は、各態様のいずれかの本発明の燃料電池システムを搭載することを要旨とする。本発明の燃料電池システムはより適正な燃料電池の出力特性を用いて燃料電池からの出力を調整することにより燃料電池を効率よく運転するから、これを搭載する本発明の車両は、エネルギー効率の高いものとなる。

【0016】本発明の燃料電池の出力特性推定方法は、燃料電池の出力特性を推定する出力特性推定方法であつ

50

て、(a) 前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に基づいて前記燃料電池の基本出力特性を推定し、(b) 該推定した基本出力特性と前記燃料電池の出力電流と該燃料電池の端子間電圧とに基づいて前記燃料電池の出力特性を推定することを要旨とする。

【0017】本発明の燃料電池の出力特性推定方法によれば、経年使用される燃料電池のその時の出力特性を燃料電池への燃料供給圧および該燃料電池の温度、または燃料電池の温度に基づいて得られる基本出力特性と燃料電池の出力電流と端子間電圧とに基づいて推定することができる。

【0018】こうした本発明の燃料電池の出力特性推定方法において、前記ステップ(a)は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記燃料電池の温度に対応する該燃料電池の内部抵抗とを用いて前記基本出力特性を推定するステップであるものとすることもできる。こうすれば、より適正な燃料電池の出力特性を推定することができる。

【0019】また、本発明の燃料電池の出力特性推定方法において、前記ステップ(b)は、前記出力電流と前記端子間電圧と前記基本出力特性とに基づいて前記燃料電池の内部抵抗を推定し、該推定した内部抵抗を用いて該燃料電池の出力特性を推定するステップであるものとすることもできる。こうすれば、より適正な燃料電池の出力特性を推定することができる。この態様の本発明の燃料電池の出力特性推定方法において、前記ステップ

(b)は、前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記推定した内部抵抗とを用いて該燃料電池の出力特性を推定するステップであるものとすることもできる。

【0020】本発明の燃料電池出力制御方法は、燃料電池の出力を制御する燃料電池出力制御方法であって、

(c) 各態様のいずれかの本発明の燃料電池の出力特性推定方法により推定された前記燃料電池の出力特性を用いて前記燃料電池の目標出力を設定し、(d) 該設定された目標出力が前記燃料電池から出力されるよう該燃料電池の出力を制御することを要旨とする。

【0021】この本発明の燃料電池出力制御方法によれば、より適正な燃料電池の出力特性を推定し、これを用いて燃料電池の出力を制御するから、燃料電池を効率よく運転することができる。

【0022】こうした本発明の燃料電池出力制御方法において、前記ステップ(c)は前記燃料電池と電力のやり取りが可能な電力受給手段とを含む燃料電池システムへの要求出力に基づいて前記目標出力を設定するステップであり、前記ステップ(d)は前記設定された目標出力では前記燃料電池システムへの要求出力に過不足が生じるときには該過不足を前記電力受給手段の電力受給により調整するステップであるものとすることもできる。

こうすれば、燃料電池を効率よく運転しながら燃料電池システムへの要求出力に見合う出力を燃料電池システムから出力することができる。この態様の本発明の燃料電池出力制御方法において、前記ステップ(d)は、前記燃料電池の端子間電圧が前記目標出力に相当する電圧となるよう該燃料電池の出力端子に接続される前記電力受給手段の端子間電圧を変圧するステップであるものとすることもできる。

【0023】本発明の第1の記憶媒体は、コンピュータを、燃料電池への燃料供給圧および／または燃料電池の温度に基づいて該燃料電池の基本出力特性を演算する基本特性演算手段と、該推定した基本出力特性と前記燃料電池の出力電流と該燃料電池の端子間電圧とに基づいて前記燃料電池の出力特性を演算する出力特性演算手段とを備える燃料電池の出力特性演算装置として機能させるコンピュータ読みとり可能なプログラムを記憶したことを要旨とする。

【0024】この本発明の第1の記憶媒体によれば、コンピュータを、経年使用される燃料電池のその時の出力特性を出力電流と端子間電圧と燃料電池の基本出力特性とに基づいて演算することができる燃料電池の出力特性演算装置として機能させることができる。

【0025】この本発明の第1の記憶媒体において、前記プログラムは、前記基本特性演算手段が前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記燃料電池の温度に対応する該燃料電池の内部抵抗とを用いて前記基本出力特性を演算する手段として機能するようプログラムされてなるものとすることもできる。

【0026】また、本発明の第1の記憶媒体において、前記プログラムは、前記出力特性演算手段が前記出力電流と前記端子間電圧と前記基本出力特性とに基づいて前記燃料電池の内部抵抗を推定すると共に該推定した内部抵抗を用いて該燃料電池の出力特性を演算する手段として機能するようプログラムされてなるものとすることもできる。この態様の本発明の第1の記憶媒体において、前記プログラムは、前記出力特性演算手段が前記燃料電池への燃料供給圧および／または前記燃料電池の温度に対応する出力特性と前記推定した内部抵抗とを用いて該燃料電池の出力特性を演算する手段として機能するようプログラムされてなるものとすることもできる。

【0027】本発明の第2の記憶媒体は、コンピュータを、各態様のいずれかの本発明の第1の記憶媒体に係る燃料電池の出力特性演算装置における基本特性演算手段と、各態様のいずれかの本発明の第1の記憶媒体に係る燃料電池の出力特性演算装置における出力特性演算手段と、該演算された前記燃料電池の出力特性を用いて前記燃料電池の目標出力を設定する目標出力設定手段と、該設定された目標出力が前記燃料電池から出力されるよう該燃料電池の出力を制御する出力制御手段とを備える燃



料電池システムの制御装置として機能させるコンピュータ読みとり可能なプログラムを記憶したことを要旨とする。

【0028】この本発明の第2の記憶媒体によれば、コンピュータを、より適正な燃料電池の出力特性を用いて燃料電池からの出力を調整することにより燃料電池を効率よく運転することができる燃料電池システムの制御装置として機能させることができる。

【0029】こうした本発明の第2の記憶媒体において、前記プログラムは、前記目標出力設定手段が前記燃料電池と電力のやり取りが可能な電力受給手段とを含む燃料電池システムへの要求出力に基づいて前記目標出力を設定する手段として機能し、前記出力制御手段が前記設定された目標出力では前記燃料電池システムへの要求出力に過不足が生じるときには該過不足を前記電力受給手段の電力受給により調整する手段として機能するようプログラムされてなるものとする。この態様の本発明の第2の記憶媒体において、前記プログラムは、前記出力制御手段が前記燃料電池の端子間電圧を前記目標出力に相当する電圧にするよう該燃料電池の出力端子に接続される前記電力受給手段の端子間電圧を変圧する手段として機能するようプログラムされてなるものとする。【0030】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である車載された燃料電池システム20の構成の概略を示す構成図である。実施例の燃料電池システム20は、図示するように、水素タンク22からの水素とブローア24からの空気中の酸素とにより発電する例えば固体高分子型燃料電池として構成された燃料電池26と、燃料電池26の出力端子に接続された電力ライン28の電圧を調整すると共に補機33に電力を供給するバッテリー30の充放電を行なうDC/DCコンバータ32と、電力ライン28に接続されたインバータ34と、インバータ34のスイッチング素子のスイッチングにより駆動制御され駆動軸38と動力のやり取りを行なうモータ36と、システム全体をコントロールする電子制御ユニット40とを備える。なお、駆動軸38は、減速ギヤ12を介して駆動輪14に接続されており、モータ36から駆動軸38に出力された動力は最終的には、駆動輪14に出力されるようになっている。

【0031】電子制御ユニット40は、CPU42を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、処理プログラムを記憶したROM44と、一時的にデータを記憶するRAM46と、入出力ポート（図示せず）とを備える。この電子制御ユニット40には、水素タンク22から燃料電池26への供給管に取り付けられた圧力センサ50からの水素供給圧Phや燃料電池26に取り付けられた温度センサ52からの燃料電池温度Tfc、

燃料電池26の出力端子間に取り付けられた電圧センサ54からの燃料電池26の出力電圧Vfc、燃料電池26の出力端子に取り付けられた電流センサ56からの燃料電池26の出力電流Ifc、インバータ34内に取り付けられた図示しない電流センサからのモータ36に印加している各相の電流、モータ36に取り付けられた図示しない角度センサからのモータ36の回転子の回転角、車速センサ58からの車速V、シフトレバー60の位置を検出するシフトポジションセンサ61からのシフトポジションSP、アクセルペダル62の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ63からのアクセルペダルポジションAP、ブレーキペダル64の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ65からのブレーキペダルポジションBPなどが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット40からは、ブローア24への駆動信号やDC/DCコンバータ32への制御信号、インバータ34への制御信号、減速ギヤ12への制御信号などが出力ポートを介して出力されている。

【0032】次に、こうして構成された実施例の燃料電池システム20の動作、特に燃料電池26の出力特性を推定する動作と出力制御の際の動作について説明する。まず、燃料電池26の出力特性を推定する動作について説明する。図2は燃料電池26の出力特性の推定処理の原理を説明する出力特性推定処理ルーチンの一例を示すフローチャートであり、図3は実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット40により実行される出力特性補正処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。なお、図2の出力特性推定処理ルーチンは、単に出力特性を説明するためのものではなく、燃料電池温度Tfcが変化したときや水素供給圧Phが変化したときに実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット40により実行される。

【0033】図2の出力特性推定処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、圧力センサ50からの水素供給圧Phと温度センサ52からの燃料電池温度Tfcとを読み込み（ステップS100）、燃料電池26の基本内部抵抗R0と理論出力特性とを導出する処理を実行する（ステップS102）。基本内部抵抗R0の導出は、実施例では、燃料電池温度Tfcと基本内部抵抗R0との関係を実験などにより求めて予めマップとしてROM44に記憶しておき、燃料電池温度Tfcが与えられると、マップから対応する基本内部抵抗R0を導出するものとした。図4に燃料電池温度Tfcと基本内部抵抗R0との関係を示すマップの一例を示す。また、理論出力特性の導出は、実施例では、内部抵抗のない燃料電池26に対して水素供給圧Ph毎の燃料電池26の出力電流Ifcと出力電圧Vfcとの関係を求めて予めマップとしてROM44に記憶しておき、水素供給圧Phが与えられると、マップから対

応する出力電流  $I_{fc}$  と出力電圧  $V_{fc}$  との関係を理論出力特性として導出するものとした。図 5 に内部抵抗のない燃料電池 26 に対する水素供給圧  $P_h$  と燃料電池 26 の出力電流  $I_{fc}$  と出力電圧  $V_{fc}$  との関係を示すマップの一例を示す。

【0034】こうして基本内部抵抗  $R_0$  と理論出力特性とを導出すると、基本内部抵抗  $R_0$  と理論出力特性とを用いて基本出力特性を計算する（ステップ S104）。基本出力特性は、理論出力特性に基本内部抵抗  $R_0$  を考慮したものとして計算され、具体的には、次式（1）により計算される。ここで、 $V_0$  は出力電流  $I$  に対応する理論出力特性の出力電圧であり、 $V_1$  は出力電流  $I$  に対応する基本出力特性の出力電圧である。

$$【0035】 V_1 = V_0 - R_0 \cdot I \quad (1)$$

【0036】そして、求めた基本出力特性上の所定のポイント  $V_{s0}$ 、 $I_{s0}$  を燃料電池 26 の運転ポイント  $V_{fc*}$ 、 $I_{fc*}$  として設定し（ステップ S106）、その運転ポイントで燃料電池 26 が運転されるよう DC/DC コンバータ 32 を制御する（ステップ S108）。DC/DC コンバータ 32 の制御は、具体的には、電力ライン 28 の電圧が設定された運転ポイント電圧  $V_{fc*}$  となるように行なわれる。

【0037】次に、電圧センサ 54 により検出される出力電圧  $V_{fc}$  と電流センサ 56 により検出される出力電流  $I_{fc}$  とを読み込み（ステップ S110）、読み込んだ出力電流  $I_{fc}$  とステップ S104 により計算した基本出力特性とを用いて出力電流  $I_{fc}$  に対応する基本出力特性上の出力電圧  $V_{fc0}$  を導出する（ステップ S112）。続いて、基本出力特性上の出力電圧  $V_{fc0}$  と電圧センサ 54 により検出された出力電圧  $V_{fc}$  との偏差を出力電流  $I_{fc}$  で割って内部抵抗偏差  $\Delta R$  を計算し（ステップ S114）、この内部抵抗偏差  $\Delta R$  を基本内部抵抗  $R_0$  に加えて燃料電池 26 の内部抵抗  $R_1$  を求める（ステップ S116）。そして、求めた内部抵抗  $R_1$  を用いて次式（2）により燃料電池 26 の出力特性を計算して（ステップ S118）、本ルーチンを終了する。ここで、 $V_2$  は出力電流  $I$  に対応する燃料電池 26 の出力特性の出力電圧である。図 6 に、基本出力特性から燃料電池 26 の出力特性を求める様子の一例を示す。

$$【0038】 V_2 = V_0 - R_1 \cdot I \quad (2)$$

【0039】実施例の燃料電池システム 20 では、燃料電池温度  $T_{fc}$  や水素供給圧  $P_h$  に変更がないときには、上述の出力特性推定処理ルーチンを実行した後に図 3 に例示する出力特性補正処理ルーチンを繰り返し実行して燃料電池 26 の出力特性を補正する。この出力特性補正処理ルーチンは、基本的には、図 2 の出力特性推定処理ルーチンのステップ S110～S118 に相当する処理であるが、基本出力特性に代えて前回の出力特性を用いている点および内部抵抗  $R_1$  を比例項と積分項とを用いて求めている点が異なる。

【0040】即ち、出力特性補正処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 40 の CPU 42 は、電圧センサ 54 からの出力電圧  $V_{fc}$  と電流センサ 56 からの出力電流  $I_{fc}$  とを読み込み（ステップ S200）、読み込んだ出力電流  $I_{fc}$  と前回のこのルーチンが実行されたときに計算された燃料電池 26 の出力特性とを用いて出力電流  $I_{fc}$  に対応する出力特性上の出力電圧  $V_{fc1}$  を導出する（ステップ S202）。そして、出力特性上の出力電圧  $V_{fc1}$  と出力電圧  $V_{fc}$  との偏差を出力電流  $I_{fc}$  で割って内部抵抗偏差  $\Delta R$  を計算し（ステップ S204）、次式（3）を用いて燃料電池 26 の内部抵抗  $R_1$  を計算する（ステップ S206）。ここで、 $K_p$  は比例項におけるゲインであり、 $K_i$  は積分項におけるゲインである。

【0041】

$$R_1 = R_0 + K_p \Delta R + K_i \int \Delta R dt \quad (3)$$

【0042】そして、求めた内部抵抗  $R_1$  を用いて上述の式（2）により燃料電池 26 の出力特性を計算し（ステップ S208）、本ルーチンを終了する。図 7 に、燃料電池 26 の出力特性を補正している様子の一例を示す。

【0043】以上説明した実施例の燃料電池システム 20 によれば、電子制御ユニット 40 が実行する出力特性推定処理や出力特性補正処理を行なうことにより、経年使用される燃料電池 26 のより適正な出力特性を得ることができる。

【0044】実施例の燃料電池システム 20 では、こうして得られた燃料電池 26 の出力特性を用いてシステムの出力制御を行なっている。図 8 は、実施例の燃料電池システム 20 の電子制御ユニット 40 により実行される出力制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎（例えば、8 msec 毎）に繰り返し実行される。

【0045】出力制御ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 40 の CPU 42 は、まず、車速センサ 58 により検出される車速  $V$  やアクセルペダルポジションセンサ 63 により検出されるアクセルペダルポジション  $AP$ 、ブレーキペダルポジションセンサ 65 により検出されるブレーキペダルポジション  $BP$  などの各種データを読み込む処理を実行する（ステップ S300）。続いて、読み込んだアクセルペダルポジション  $AP$  やブレーキペダルポジション  $BP$ 、車速  $V$  に基づいて駆動軸 38 に出力すべき出力、即ちシステムへの要求出力  $P_0$  を計算する（ステップ S302）。要求出力  $P_0$  の計算は、実施例では、アクセルペダルポジション  $AP$  とブレーキペダルポジション  $BP$  と車速  $V$  と要求出力  $P_0$  との関係を予め定めたマップを ROM 44 に記憶しておき、アクセルペダルポジション  $AP$  やブレーキペダルポジション  $BP$ 、車速  $V$  が与えられると、マップから対応する要求出力  $P_0$  を導出するものとした。



【0046】要求出力 $P_0$ が計算されると、要求出力 $P_0$ を、燃料電池26から出力する燃料電池出力 $P_{fc}$ とバッテリー30から出力するバッテリー出力 $P_b$ とに分配する(ステップS304)。要求出力 $P_0$ の分配は、具体的には、図2の出力特性推定処理ルーチンや図3の出力特性補正処理ルーチンにより推定または補正された燃料電池26の出力特性を用いて出力可能な範囲から燃料電池26を効率よく運転できる出力として燃料電池出力 $P_{fc}$ を設定し、要求出力 $P_0$ に対して設定した燃料電池出力 $P_{fc}$ では過不足する出力をバッテリー出力 $P_b$ に割り当てることにより行なわれる。

【0047】こうして要求出力 $P_0$ の分配が行なわれると、燃料電池出力 $P_{fc}$ に基づいて燃料電池26の運転ポイント $V_{fc}^*$ 、 $I_{fc}^*$ を設定し(ステップS306)、電力ライン28の電圧が設定した運転ポイント電圧 $V_{fc}^*$ となるようDC/DCコンバータ32を制御すると共に(ステップS308)、要求出力 $P_0$ がモータ36から駆動軸38に出力されるようインバータ34を制御して(ステップS310)、本ルーチンを終了する。なお、インバータ34の制御については通常の制御であり、本発明の中核をなさないから、これ以上の詳細な説明は省略する。

【0048】以上説明した実施例の燃料電池システム20によれば、より適正な燃料電池26の出力特性を用いて燃料電池出力 $P_{fc}$ を配分するから、燃料電池26を効率よく運転することができる。この結果、システム全体のエネルギー効率を向上させることができる。しかも、燃料電池出力 $P_{fc}$ では要求出力 $P_0$ に対して過不足する分はバッテリー30からの出力 $P_b$ により賄うから、駆動軸38に要求出力 $P_0$ を出力することができる。

【0049】実施例の燃料電池システム20では、水素供給圧 $P_h$ から理論出力特性を導出するものとしたが、燃料電池温度 $T_{fc}$ から理論出力特性を導出するものとしてもよい。このときの理論出力特性は、この変形例では、図2のルーチンのステップS102における理論出力特性の導出に代えて、燃料電池26の燃料電池温度 $T_{fc}$ 毎の内部抵抗のない燃料電池26の出力電流 $I_{fc}$ と出力電圧 $V_{fc}$ との関係を予め求めてマップとしてROM44に記憶しておき、燃料電池温度 $T_{fc}$ が与えられるとマップから対応する出力電流 $I_{fc}$ と出力電圧 $V_{fc}$ との関係を理論出力特性として導出するものとした。図9に燃料電池温度 $T_{fc}$ と内部抵抗のない燃料電池26の出力電流 $I_{fc}$ と出力電圧 $V_{fc}$ との関係を示すマップの一例を示す。

【0050】このように理論出力特性を燃料電池温度 $T_{fc}$ から導出するのは、燃料電池温度 $T_{fc}$ を利用すれば低出力域(高出力電圧低出力電流域)における誤差が特に小さい理論出力特性、即ち低出力域においても高精度な理論出力特性が得られることに基づいている。例えば、図10に示すように、水素供給圧 $P_h$ から導出され

た理論出力特性に基づいて推定等された出力特性(図10の破線で示した前回の出力特性)と、燃料電池26をその出力特性上の低出力域(図10の設定ポイント)で運転させたときに電圧センサ54および電流センサ56により検出された出力電圧 $V_{fc}$ および出力電流 $I_{fc}$ (図10の測定ポイント)とに基づいて図2のルーチンや図3のルーチンを用いて燃料電池26の出力特性を計算すると、図10の破線で示す補正された出力特性となる。この補正された出力特性は、図10の実線で示した真の出力特性に対して大きくずれていることが分かる。このように、水素供給圧 $P_h$ から導出された理論出力特性を用いて燃料電池26を低出力域で運転させたときの出力電圧 $V_{fc}$ および出力電流 $I_{fc}$ から燃料電池26の出力特性を計算すると、真の出力特性に対して大きなずれが生じることがある。これに対してこの変形例では、燃料電池温度 $T_{fc}$ を利用して低出力域においても高精度な理論出力特性を導出することができるので、燃料電池26を低出力域で運転させたときでも、真の出力特性により近い出力特性を計算することができるのである。なお、燃料電池温度 $T_{fc}$ から理論出力特性を導出する場合、図2のルーチンのステップS100において水素供給圧 $P_h$ を入力しないものとしても差し支えない。

【0051】上記変形例では、燃料電池温度 $T_{fc}$ から理論出力特性を導出するものとしたが、水素供給圧 $P_h$ と燃料電池温度 $T_{fc}$ の両方を用いて理論出力特性を導出するものとしてもよい。このときの理論出力特性の導出は、この変形例では、図2のルーチンのステップS102における理論出力特性の導出に代えて、燃料電池26の燃料電池温度 $T_{fc}$ 毎および燃料電池26に対する水素供給圧 $P_h$ 毎の内部抵抗のない燃料電池26の出力電流 $I_{fc}$ と出力電圧 $V_{fc}$ との関係を予め実験などにより求めてマップとしてROM44に記憶しておき、燃料電池温度 $T_{fc}$ と水素供給圧 $P_h$ とが与えられるとマップから対応する出力電流 $I_{fc}$ と出力電圧 $V_{fc}$ との関係を理論出力特性として導出するものとした。図11に燃料電池26の燃料電池温度 $T_{fc}$ と燃料電池26に対する水素供給圧 $P_h$ と内部抵抗のない燃料電池26の出力電流 $I_{fc}$ と出力電圧 $V_{fc}$ との関係を示すマップの一例を示す。

【0052】実施例の燃料電池システム20では、燃料電池温度 $T_{fc}$ から基本内部抵抗 $R_0$ を導出すると共に水素供給圧 $P_h$ から内部抵抗のない理論出力特性を導出するものとしたが、水素供給圧 $P_h$ から所定の内部抵抗を考慮した理論出力特性を導出するものとしてもよい。同様に、燃料電池システム20の変形例では、燃料電池温度 $T_{fc}$ から基本内部抵抗 $R_0$ を導出すると共に燃料電池温度 $T_{fc}$ から内部抵抗のない理論出力特性を導出したたり、燃料電池温度 $T_{fc}$ から基本内部抵抗 $R_0$ を導出すると共に燃料電池温度 $T_{fc}$ および水素供給圧 $P_h$

から内部抵抗のない理論出力特性を導出するものとしたが、それぞれ燃料電池温度  $T_{fc}$  から予め所定の内部抵抗を考慮した理論出力特性を導出するものとしてもよいし、水素供給圧  $P_h$  および燃料電池温度  $T_{fc}$  から予め所定の内部抵抗を考慮した理論出力特性を導出するものとしても構わない。

【0053】また、実施例の燃料電池システム 20 では、燃料電池温度  $T_{fc}$  や水素供給圧  $P_h$  が変更されたときに図 2 の出力特性推定処理ルーチンを実行し、その後、図 3 の出力特性補正処理ルーチンを繰り返し実行するものとしたが、燃料電池温度  $T_{fc}$  や水素供給圧  $P_h$  の変更に関わらず、図 2 の出力推定処理ルーチンを繰り返し実行するものとしてもよい。この場合、図 3 の出力特性補正処理ルーチンは実行してもしなくても差し支えない。

【0054】実施例では、燃料電池システム 20 を車載されるものとして説明したが、車両以外の船舶や航空機などの移動体あるいは移動しない据え置き型の動力装置などに燃料電池システム 20 を用いるものとしても差し支えない。

【0055】実施例の燃料電池システム 20 では、モータ 36 の駆動源としての燃料電池 26 の出力特性を推定したり補正するものとしたが、電力を消費する一般的な負荷に電力を供給する電源としての燃料電池の出力特性を推定したり補正するものに適用するものとしてもよい。また、燃料電池の出力特性推定処理や出力特性補正処理を行なう出力特性推定装置や出力特性補正装置としてコンピュータを機能させるプログラムを記載したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体、例えば CD-ROM やフレキシブルディスクなどの種々の記憶媒体とする態様も好適である。このような記憶媒体を用いることで、本発明の実施の形態に関わるプログラムを燃料電池システムにインストールし、本発明の効果を得ることも可能となる。

【0056】以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例である車載された燃料電池

システム 20 の構成の概略を示す構成図である。

【図 2】 燃料電池 26 の出力特性の推定処理の原理を説明する出力特性推定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 3】 実施例の燃料電池システム 20 の電子制御ユニット 40 により実行される出力特性補正処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 4】 燃料電池温度  $T_{fc}$  と基本内部抵抗  $R_0$  との関係の一例を示すマップである。

10 【図 5】 内部抵抗のない燃料電池 26 に対する水素供給圧  $P_h$  と燃料電池 26 の出力電流  $I_{fc}$  と出力電圧  $V_{fc}$  との関係の一例を示すマップである。

【図 6】 基本出力特性から燃料電池 26 の出力特性を求める様子の一例を示す説明図である。

【図 7】 燃料電池 26 の出力特性を補正している様子の一例を示す説明図である。

【図 8】 実施例の燃料電池システム 20 の電子制御ユニット 40 により実行される出力制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

20 【図 9】 燃料電池 26 の燃料電池温度  $T_{fc}$  と燃料電池 26 の出力電流  $I_{fc}$  と出力電圧  $V_{fc}$  との関係の一例を示すマップである。

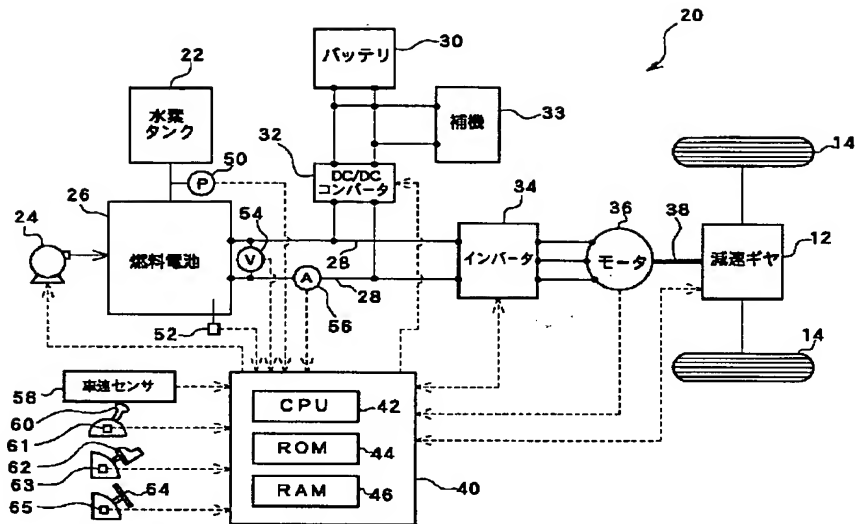
【図 10】 燃料電池出力  $P_{fc}$  が低出力であるときに燃料電池 26 の出力特性を補正している様子の一例を示す説明図である。

【図 11】 燃料電池 26 の燃料電池温度  $T_{fc}$  と内部抵抗のない燃料電池 26 に対する水素供給圧  $P_h$  と燃料電池 26 の出力電流  $I_{fc}$  と出力電圧  $V_{fc}$  との関係の一例を示すマップである。

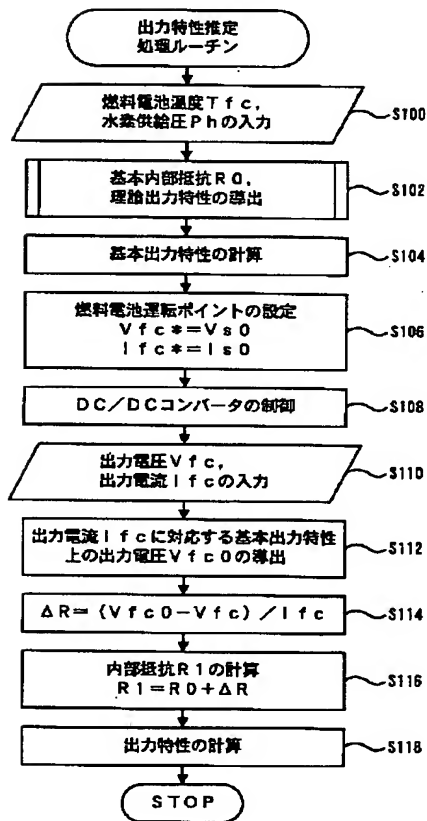
30 【符号の説明】

12 減速ギヤ、14 駆動輪、20 燃料電池システム、22 水素タンク、24 プロア、26 燃料電池、28 電力ライン、30 バッテリ、32 DC/DC コンバータ、33 補機、34 インバータ、36 モータ、38 駆動軸、40 電子制御ユニット、42 CPU、44 ROM、46 RAM、50 圧力センサ、52 温度センサ、54 電圧センサ、56 電流センサ、58 車速センサ、60 シフトレバー、61 シフトポジションセンサ、62 アクセルペダル、63 アクセルペダルポジションセンサ、64 ブレーキペダル、65 ブレーキペダルポジションセンサ。

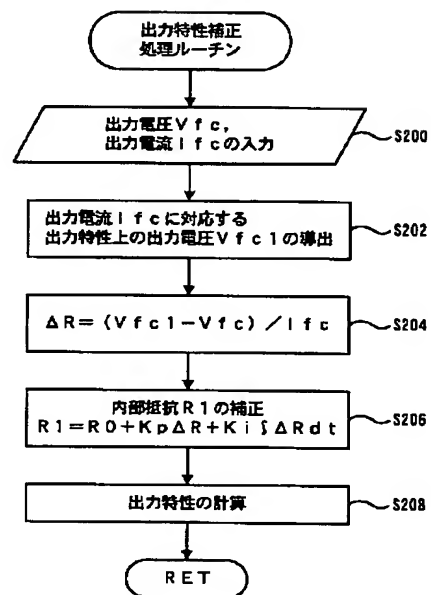
【図1】



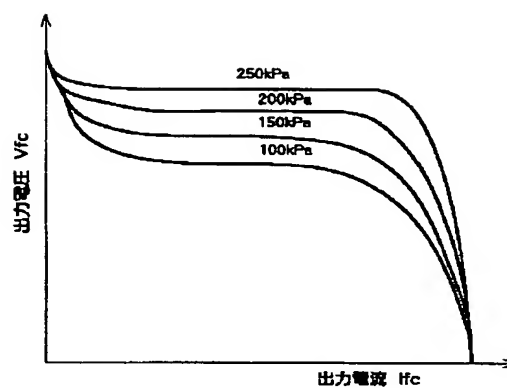
【図2】



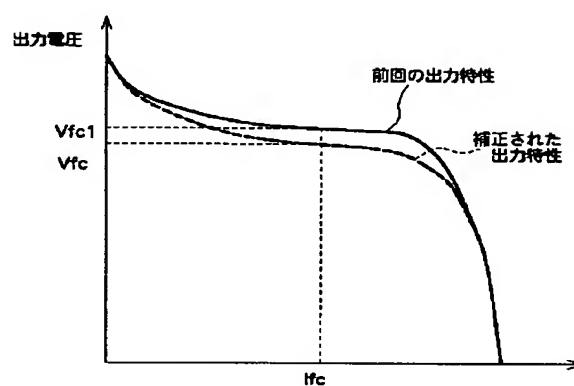
【図3】



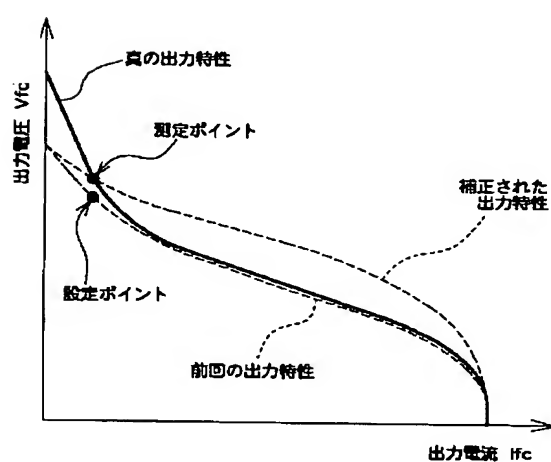
【図5】



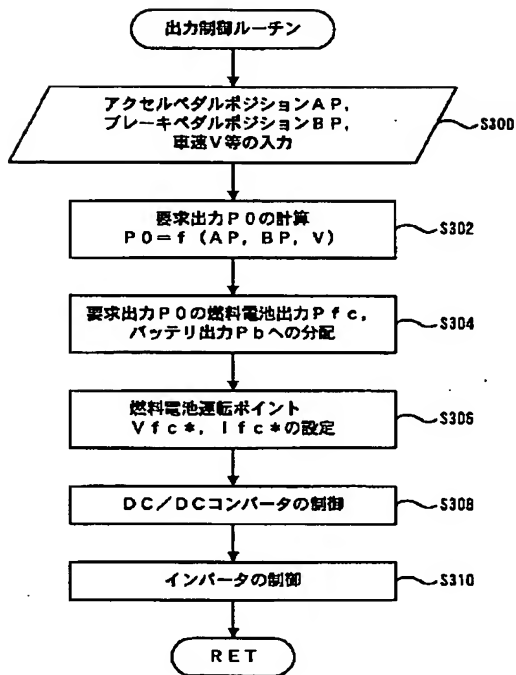
【图7】



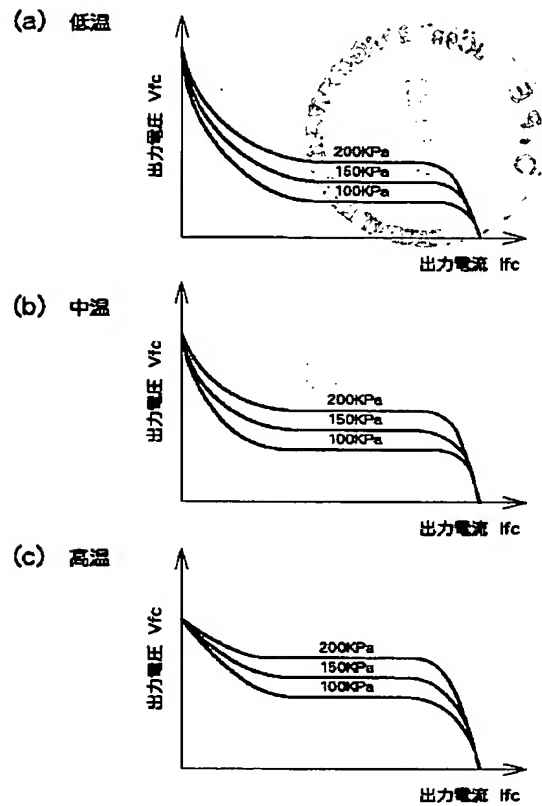
【図 10】



【図 8】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 修夫  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 真鍋 晃太  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H027 AA02 DD00 DD03 KK05 KK46  
KK51 KK52 KK54 KK56  
5H115 PA12 PC06 PG04 PI18 PI29  
PU08 PV02 PV09 QN03 SE06  
TB01 TI05 TI06 TI10 T008  
T021 T023